

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 582 747**

(21) N° d'enregistrement national :

**85 08048**

(51) Int Cl<sup>4</sup> : F 04 F 5/14.

(12)

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(24) Date de dépôt : 29 mai 1985.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 5 décembre 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(71) Demandeur(s) : ALSTHOM-ATLANTIQUE — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean Poulain et Adolphe Hong Tuan Ha.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Michel Gosse, SOSPL

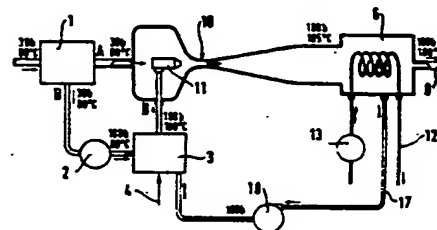
(54) Procédé et dispositifs pour comprimer un fluide diphasique.

(57) Procédé et dispositifs pour comprimer un fluide dipha-  
sique.

Dans le procédé, on sépare les phases, puis la phase gazeuse est comprimée en utilisant l'énergie délivrée par la vapeur produite au cours d'un cycle de Rankine subi par la phase liquide séparée.

Le dispositif comprend un séparateur 1 dont la phase gazeuse A alimente un éjecteur 10 dans lequel le fluide moteur est constitué par la phase liquide B transformée en vapeur dans un évaporateur 3 et injectée dans l'axe de l'éjecteur au moyen d'une buse d'injection 11. En sortie de l'éjecteur, le fluide est partiellement condensé dans un condenseur 6 puis il alimente une conduite de sortie 8.

L'invention s'applique en particulier, à la compression diphasique des hydrocarbures pour leur transport dans des conduites.



FR 2 582 747 - A1

THIS DOCUMENT IS AVAILABLE COPY

Procédé et dispositifs pour comprimer un fluide diphasique

La présente invention concerne un procédé et des dispositifs pour comprimer un fluide diphasique.

En particulier, l'invention vise à la compression d'hydrocarbures pour les véhiculer sur de longues distances dans une conduite de transport.

D'une manière générale, l'invention s'applique donc à un fluide diphasique composé d'une phase gazeuse A et d'une phase liquide B de composition chimique différente.

Dans ce cas, l'utilisation d'une turbomachine classique pour comprimer un tel fluide se présentant sous la forme d'un brouillard diphasique entraîne les conséquences suivantes :

- érosion des ailettes de roue. En effet, les parties tournantes subissent un bombardement de gouttelettes qui est préjudiciable à la durée de vie des machines,
- séparation des phases. Dans ces mêmes parties tournantes, les gouttelettes sont collectées puis regroupées à la périphérie par effet centrifuge,
- dessin des pales : du fait de cette structure probable de l'écoulement en sortie des roues, la réalisation du même niveau d'énergie pour les deux phases exige une épure particulière des pales des roues, ceci à cause principalement de leur différence de densité. Cette contrainte entraîne des concessions inadmissibles sur le rendement de la machine.

Pour améliorer le fonctionnement des appareils existants, une solution simple consiste à séparer les deux phases et à effectuer séparément les compressions. La mise en oeuvre de circuits séparés soulève des problèmes d'encombrement disponible et de multiplicité de machines.

La présente invention a pour but de pallier les difficultés énumérées ci-dessus et a pour objet un procédé pour comprimer un fluide diphasique dans lequel on commence par séparer en tout ou partie la phase liquide de la phase gazeuse, caractérisé en ce que la phase gazeuse séparée est ensuite comprimée en utilisant l'énergie délivrée par la vapeur produite au cours d'un cycle de Rankine subi par la phase liquide dudit fluide diphasique.

L'invention a aussi pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre

du procédé comprenant un séparateur de phases recevant le fluide diphasique à une pression  $P_1$  à comprimer jusqu'à une pression  $P_2$ , caractérisé en ce que la sortie liquide du séparateur est envoyée par une pompe élevant sa pression à une valeur  $P_3 > P_1$ , dans un évaporateur alimentant  
5 un système statique d'éjection recevant en outre la phase gazeuse en sortie du séparateur de phases, la sortie dudit système statique alimentant, sous forme diphasique, une conduite de sortie à la pression  $P_2$  telle que  $P_1 < P_2 < P_3$ .

Selon une première réalisation, le système statique d'éjection  
10 comprend un éjecteur recevant en entrée la phase gazeuse en sortie du séparateur de phases et ledit évaporateur alimentant une buse d'injection située dans l'axe dudit éjecteur.

Selon une deuxième réalisation, le système statique d'éjection comprend plusieurs éjecteurs, ledit évaporateur alimentant chacun des  
15 éjecteurs par une buse d'injection située dans l'axe de chaque éjecteur, lesdits éjecteurs étant disposés soit en série, soit en parallèle.

Selon une autre caractéristique, un condenseur est en outre disposé entre la sortie dudit système statique d'éjection et ladite conduite de sortie, le fluide en sortie dudit système statique d'éjection se condensant partiellement dans ce condenseur.  
20

Selon une autre caractéristique, ledit évaporateur est en outre alimenté par un prélèvement liquide soutiré dans ledit condenseur.

Selon une autre forme de mise en oeuvre du procédé, l'invention a pour objet un dispositif comprenant un séparateur de phases recevant le  
25 fluide diphasique à une pression  $P_1$  à comprimer jusqu'à une pression  $P_2$ , et est caractérisé en ce qu'il comprend un évaporateur alimenté par la sortie liquide du séparateur de phases, par l'intermédiaire d'une pompe élevant la pression de la phase liquide à une valeur  $P_3 > P_1$ , la vapeur en sortie dudit évaporateur alimentant une turbine de détente dont  
30 l'échappement est relié à un condenseur dont la sortie, à la pression  $P_2$ , alimente une conduite de sortie recevant en outre la sortie, à la même pression  $P_2$ , d'un compresseur alimenté en entrée par la phase gazeuse dudit séparateur et entraîné en rotation par ladite turbine de détente.

Selon une autre caractéristique, ledit évaporateur est en outre  
35 alimenté par un prélèvement liquide soutiré dans ledit condenseur.

L'invention va maintenant être décrite en référence au dessin annexé dans lequel :

La figure 1 est un diagramme de principe illustrant le procédé de l'invention.

5 La figure 2 représente schématiquement selon une première forme de réalisation, un dispositif de mise en oeuvre du procédé.

La figure 3 représente une variante de la figure 2.

La figure 4 représente schématiquement, selon une deuxième forme de réalisation, un dispositif de mise en oeuvre du procédé.

10 Le schéma de la figure 1 illustre le procédé de l'invention.

Le fluide diphasique, par exemple un brouillard d'hydrocarbures, à une pression  $P_1$  de 30 bars et à une température de 80°C est envoyé dans un séparateur 1.

15 La phase liquide B séparée est pompée au moyen d'une pompe 2 élevant sa pression à une valeur  $P_3$  par exemple 180 bars et l'envoyant dans un évaporateur 3 dont la source chaude de chauffage est représentée par une flèche 4 et qui peut consister en tout moyens disponibles sur le site de fonctionnement : énergie électrique, combustion de produits pétroliers etc...

20 La phase gazeuse A séparée dans le séparateur 1 est envoyée dans une unité 5 de compression et de conditionnement utilisant l'énergie délivrée par la vapeur produite dans l'évaporateur 3.

25 Cette unité de compression et de conditionnement comprend un condenseur 6 refroidi par une source froide représentée par une flèche 7. En sortie de l'unité 5, le fluide est sous forme diphasique à une pression  $P_2$  apte à le véhiculer dans une conduite de sortie 8 pour son transport sur une longue distance.

Dans l'exemple non limitatif donné, cette pression  $P_2$  est par exemple de 100 bars et la température de 180°C.

30 La figure 2 représente un dispositif montrant une réalisation de l'unité 5. Il s'agit ici d'un système statique comprenant un éjecteur 10 alimenté par la phase gazeuse A sortant du séparateur 1. Par ailleurs, les gaz B sortant de l'évaporateur 3 à la pression  $P_3$  alimentent une buse d'injection 11 située dans l'axe de l'éjecteur 10. L'éjecteur 10 à  
35 un profil convergent-divergent dont la sortie alimente directement, sous

forme diphasique, à la pression  $P_2$  désirée (100 bars dans l'exemple décrit) une conduite de sortie 8. Eventuellement, comme représenté sur la figure, si la détente dans l'éjecteur ne suffit pas, la sortie de l'éjecteur 10 alimente un condenseur 6 refroidi par un circuit 12 parcouru, par exemple par de l'eau de mer au moyen d'une pompe 13. C'est alors la sortie du condenseur 6 qui alimente la conduite de sortie 8. Le condenseur permet de condenser partiellement le fluide en provenance de l'éjecteur.

Dans cette réalisation, la vapeur générée par l'évaporateur 3 constitue le fluide moteur du système éjecteur, le fluide entraîné étant le gaz A provenant du séparateur 1.

La figure 3 montre une variante de la figure 2 dans laquelle le système d'éjection comprend deux éjecteurs 10 et 10A. Dans l'exemple représenté, ces deux éjecteurs sont disposés en série, ils pourraient également être alimentés en parallèle par la phase gazeuse A en provenance du séparateur 1. Le fluide moteur, constitué par le gaz B produit dans l'évaporateur 3, alimente deux buses d'injection 11 et 11A situées respectivement dans l'axe des éjecteurs 10 et 10A.

Les raisons qui conduisent au choix de l'utilisation d'un seul éjecteur ou bien au contraire de plusieurs, disposés soit en parallèle, soit en série dépendent des valeurs des rapports entre les caractéristiques des flux gazeux A et B : débit massique, température, pression, et de la température de stabilité chimique du fluide B. Cette dernière impose la température limite du gaz B pouvant être produit.

La figure 4 représente une autre forme de mise en oeuvre du procédé.

Dans cette figure, le gaz B à la pression  $P_3$  en sortie de l'évaporateur 3 est dirigé vers une turbine de détente 14 dont l'échappement, à la pression  $P_2$  alimente le condenseur 6, tandis que le gaz A en sortie du séparateur 1 est comprimé dans un compresseur 15, entraîné en rotation par la turbine 14, et dont la sortie, à la pression  $P_2$ , est mélangée en 16 avec la sortie du condenseur 6, l'ensemble étant envoyé dans la conduite 8 à la pression  $P_2$ .

Dans le procédé selon l'invention, et pour son bon fonctionnement, on suppose que le rapport volumétrique entre le gaz A et le liquide B à

la sortie du séparateur 1, dans les conditions d'aspiration, est égal à une valeur précise dépendante des propriétés des composants A et B et de la quantité d'énergie pouvant être communiquée au fluide B au niveau de l'évaporateur 3.

5        Dans le cas où la quantité B serait en surabondance, le surplus peut être injecté dans le circuit à la sortie du dispositif à l'aide d'un gicleur.

10       Dans l'éventualité contraire, le complément nécessaire est fourni par prélèvement au niveau du condenseur 6 c'est ce qui est montré sur les figures 2 et 4.

Dans ces figures, l'évaporateur 3 est en outre alimenté par un soutirage de liquide dans le condenseur 6 au moyen d'une conduite 17 et d'une pompe 18.

15       Dans ce cas, en régime permanent de fonctionnement, et pour un débit donné de fluide diphasique, tous se passe comme si une certaine quantité de fluide B assurait le fonctionnement de l'ensemble et restait cantonné dans le dispositif.

20

25

30

35

## REVENDECATIONS

- 1/ Procédé pour comprimer un fluide diphasique dans lequel on commence par séparer en tout ou partie la phase liquide de la phase gazeuse, caractérisé en ce que la phase gazeuse séparée est ensuite comprimée en utilisant l'énergie délivrée par la vapeur produite au cours d'un cycle de Rankine subi par la phase liquide dudit fluide diphasique.
- 2/ Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant un séparateur de phases (1) recevant le fluide diphasique à une pression  $P_1$  à comprimer jusqu'à une pression  $P_2$ , caractérisé en ce que la sortie liquide du séparateur est envoyée, par une pompe (2) élevant sa pression à une valeur  $P_3 > P_1$ , dans un évaporateur (3) alimentant un système statique d'éjection recevant en outre la phase gazeuse en sortie du séparateur de phases, la sortie dudit système statique alimentant sous forme diphasique une conduite de sortie 8 à la pression  $P_2$  telle que  $P_1 < P_2 < P_3$ .
- 3/ Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit système statique d'éjection comprend un éjecteur (10) recevant en entrée la phase gazeuse (A) en sortie du séparateur de phases et ledit évaporateur (3) alimentant une buse d'injection (11) située dans l'axe dudit éjecteur.
- 4/ Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit système statique d'éjection comprend plusieurs éjecteurs (10, 10A), ledit évaporateur alimentant chacun des éjecteurs par une buse d'injection (11, 11A) située dans l'axe de chaque éjecteur, lesdits éjecteurs étant disposés en série ou en parallèle.
- 5/ Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'un condenseur (6) est en outre disposé entre la sortie dudit système statique d'éjection et ladite conduite de sortie (8), le fluide en sortie dudit système statique d'éjection se condensant partiellement dans ce condenseur.
- 6/ Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit évaporateur (3), est en outre alimenté par un prélèvement (17, 18) liquide soutiré dans ledit condenseur (6).
- 7/ Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant un séparateur de phases (1) recevant le fluide diphasique à

- pression  $P_1$  à comprimer jusqu'à une pression  $P_2$ , caractérisé en ce qu'il comprend un évaporateur (3) alimenté par la sortie liquide (B) du séparateur de phases, par l'intermédiaire d'une pompe (2) élevant la pression de la phase liquide à une valeur  $P_3 > P_1$ , la vapeur (B) en sortie
- 5 dudit évaporateur alimentant une turbine de détente (14) dont l'échappement est relié à un condenseur (6) dont la sortie, à la pression  $P_2$ , alimente une conduite de sortie (8) recevant en outre la sortie, à la même pression  $P_2$ , d'un compresseur (15) alimenté en entrée par la phase gazeuse (A) dudit séparateur (1) et entraîné en rotation par ladite
- 10 turbine de détente.
- 8/ Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit évaporateur est en outre alimenté par un prélèvement liquide (17, 18) soutiré dans ledit condenseur (6).



1/2  
FIG.1

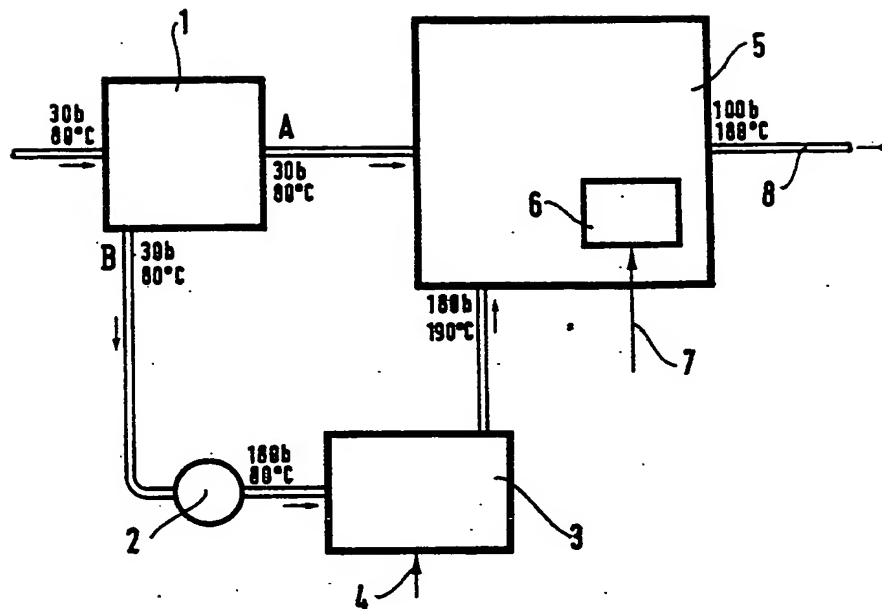
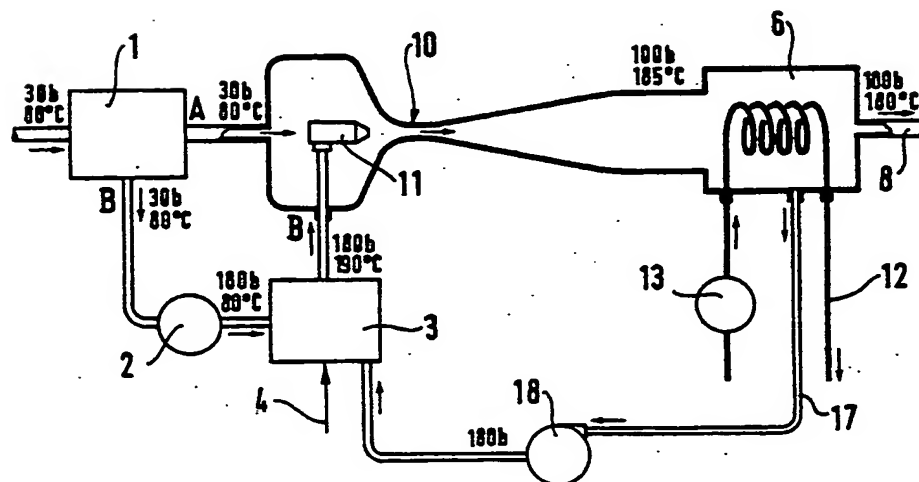


FIG.2



2/2

FIG.3

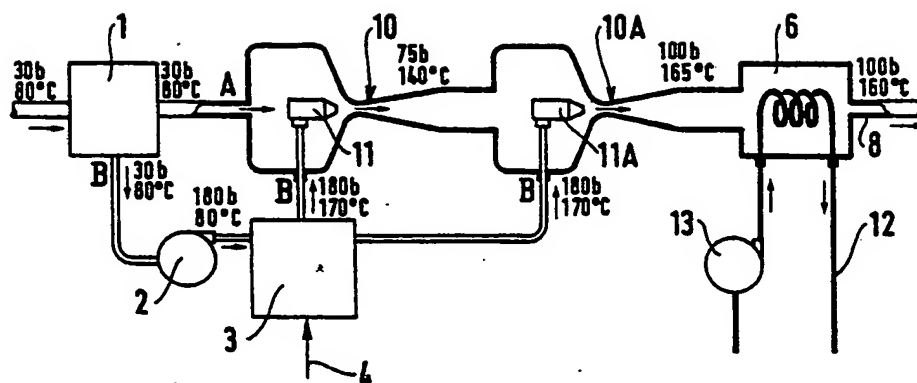
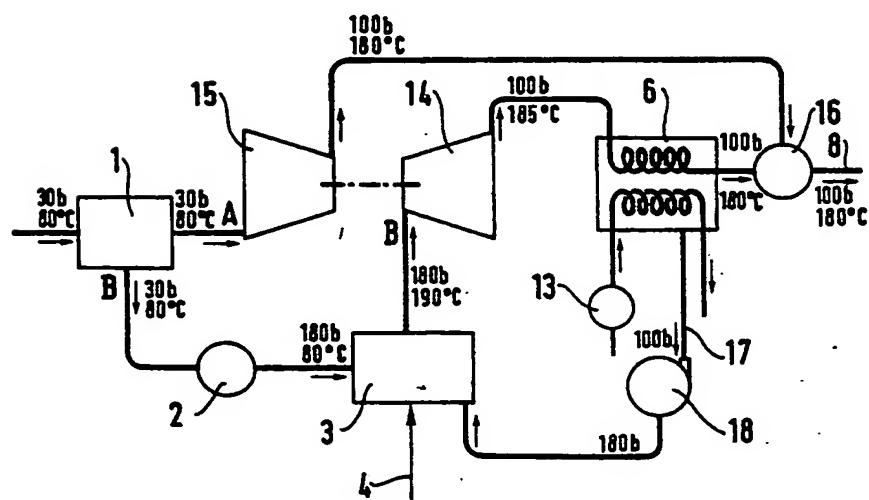


FIG.4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**